

國內 티타늄 産業 現況 및 展望



이 용 태 (재료기술연구부 내열재료그룹)

- '70-'74 서울공대(학사)
- '74-'76 한국과학원(석사)
- '76-'80 국방과학연구소(선연 및 연구원)
- '80-'84 Case Western Reserve University(박사, 재료공학)
- '84-'85 Case Western Reserve University(연구원)
- '85-'90 DLR(독일 항공우주연구소) (연구원)
- '90-현재 한국기계연구원 책임연구원

1. 머리말

티타늄 및 티타늄 합금은 가볍고 견고하면서도 내식성이 양호하기 때문에 항공기 부품, 석유화학장치 등과 같은 기존의 활용분야뿐만 아니라, 건축, 토목, 자동차 부품, 의료 부품, 악세사리에 이르기까지 다양한 용도에의 적용이 시도되고 있다. 그러나 한국에서의 티타늄 산업은 이제 겨우 태동기에 있다고 말할 수 있을 정도로 그 사용량이 아직은 미미한 수준에 있다. 국내에는 티타늄을 정제할 수 있는 원광석이 비교적 풍부하다고 알려져 있으나 품위가 낮은 관계로 안료로 사용되고 있는 산화 티타늄 조차도 동남아에서 전량 수입하고 있는 실정이다. 더욱이 국내에는 티타늄 스폰지를 제조할 수 있는 시설이 전무하기 때문에 국내 수요 전량이 수입에 의존하고 있다. 아울러 이 재료를 가공해 본 경험도 일천한 상태에 있기 때문에 티타늄 합금을 이용한 신제품 제조 능력도 초기 단계 수준에 있다.

그러나 국내 산업이 발전함에 따라 고급소재 및 특수 소재에 대한 수요가 점진적으로 증가하고 있다. 이에 따라 경량 고강도와 함께 내식성이 우수한 티타늄 소재를 이용한 제품의 생산도 증가되고 있으며, 아울러 이에 필요한 티타늄 소재의 수입도 급격히 증가하는 추세를 보이고 있다. 따라서 이 글에서는 국내에서의 티타늄 재료 사용 내역과 현황, 년도별 티타늄 재료 수입 내역과 종류, 그리고 향후 티타늄 재료의 수요 전망에 대하여 고찰하여 봄으로써, 국내 티타늄 산업의 현주소과 앞으로의 발전 가능성에 관하여 알아보고자 하였다.

2. 티타늄 재료의 국내 사용 실태

한국철강협회에서 조사된 티타늄 재료의 국내 수입 현황을 그림 1에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있는 것과 같이 국내에 수입된 티타늄 재료의 수입량은 1988년도의 486 Ton(6.1M\$)에서 1991년도의 2000 Ton(31.1M\$)으로 전년 대비 배 이상씩 증가된 것으로 보고되어 있다. 또한 1992년도의 티타늄 재료 수입 총액은 약 35백만\$ 정도로 추산되고 있으며, 이중 판재가 전체 수입량 대비 약 60% 정도를 차지하고 있다. 90년대 들어서 부터는 국내 항공산업의 활성화로 주조 및 단조 소재를 수입, 항공기용 부품으로 가공하여 국내 항공기의 창 정비와 해외 수출에 기여하고 있기 때문에, 앞으로는 이 부분의 수입 물량과 비중이 점차 늘어날 전망이다. 주조 및 단조용 소재는 1991년도에 약 2백만\$ 정도 수입된 것으로 추산되나 최근에 수입된 티타늄 재료의 정확한 수

량과 형태는 방위산업과 연관이 있기 때문에 불명확한 상태이다. 티타늄 재료의 수입 형태는 대략 판재, 주조 및 단조된 잉고트, 판재, 분말, 스크랩 등의 형태로 구분되어지며, 이들 형태에 따른 사용 실태를 알아보면 다음과 같다.

2.1 판재 및 박판 티타늄 소재

국내에서 사용되는 티타늄 합금의 60% 이상이 판재 또는 박판(Sheet & Strip) 형태로 수입이 되고 있고, 그 수입 물량 또한 지속적으로 늘고 있는 실정이다. 1993년도에 수입된 판재량은 대략 900-1000 Ton 정도로 예상되며, 대부분이 발전 소용 판재로 사용되고 있다. 이러한 작업은 주로 풍산 금속에서 수행하고 있는데, 판재 제조를 위하여 수입된 순수 티타늄 재료의 양이 1993년에 약 820 Ton 정도로 추산되고 있다. 풍산에서는 소재를 주로 일본에서 수입하여 Pipe-rolling과 용접

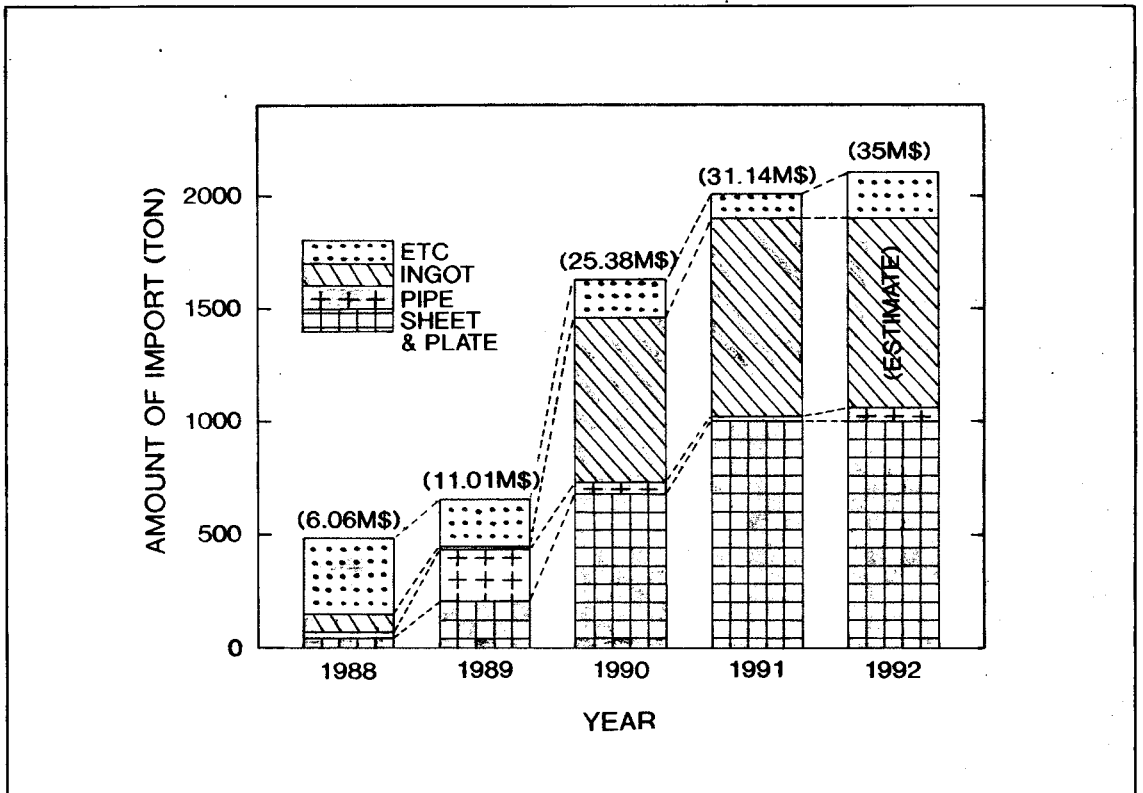


그림 1. 연도별 티타늄 재료 수입현황

공정을 거쳐 관재 형태(Seaming Pipe)로 가공하여 국내에 건설 중인 발전소용 열교환기 부품으로 납품하거나, 중동지역에서 수주를 받아 건설 중인 발전설비 및 해수/담수시설 건설에 사용하기 위하여 수출하고 있다. 참고로 현재 건설중인 영광 원자력 발전소의 3호기에 사용되어지는 티타늄 용접 관재는 다음과 같은 규격(ASTM B338, Grade 2), 크기(직경 19.05-25.4mm, 두께 0.44-0.89mm) 제품이 대략 200 Ton 정도 사용되어지는 것으로 알려져 있다.

2.2 주조 및 단조용 티타늄 소재

주조 또는 단조되어 반제품 형태로 수입되는 티타늄 소재는 대부분이 기계가공을 거쳐 항공기 엔진용 링이나 터빈 날개 등과 같은 부품으로 조립되어 진다. 현재 국내에서는 항공기 엔진은 삼성항공에서, 동체는 대우중공업과 대한항공에서 조립 또는 정비를 하고 있고, 이에 소요되는 고강도 티타늄 합금이 주로 미국에서 수입되어 사용되어지고 있다. 최근에 실시되는 KFP(Korean Fighter Program), HX(Korean Helicopter Program)등의 사업과 창 정비 물량의 증가로 매년 200 Ton 이상의 고강도 티타늄 합금수요가 발생하고 있다. 항공산업에 소요되는 티타늄 합금은 주로 Ti-6Al-4V이 주종을 이루나, 고온에서의 강도가 요구되는 부품으로는 Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo-Si도 사용되어 진다.

2.3 분말 티타늄 소재

분말의 형태로 수입되는 티타늄 재료는 주로 Blended Elemental 방법으로 제조된 순수 티타늄이거나, Atomization 방법으로 제조된 합금 분말이 대부분이다. 이들 분말은 대부분이 실험 목적으로 사용됨으로 분말 야금 공정을 거쳐 자동차 부품이나 기타 산업용 부품 제조에 사용되기도 하나, 현재 그 사용량은 미미한 수준에 불과하다. 1990년도에 분말 형태로 수입된 티타늄 재료는 932kg (15,700\$)으로 주로 분말 단조를 통한 산업용 부품 개발 등과 같은 실험 조업에 사용하고 있다.

2.4 기타

실험실에서 물성과 가공성 실험에 사용하기 위하여 다양한 종류의 티타늄 합금 또한 수입되고 있으나, 그 양은 한정적이라 할 수 있다. 현재 국내에서 티타늄 관련 연구를 수행하고 있는 대학과 연구소는 대략 10여군데에 이르고 있는데, 주로 고온용 Near Alpha 합금, Ti-6Al-4V 기지 복합재료 및 TiAl계 금속간 화합물과 상온 가공용 Beta 합금에 관한 연구가 진행 중이다. 아울러 항공기 엔진 압축기 디스크를 삼성 항공, 한일단조 등과, 자동차엔진 경량화를 위한 Connecting-Rod, Valve, Retainer, Spring을 현대(자), 기아(자)등과 한국기계연구원이 공동으로 개발하고 있다. 이들 실험용 소재의 물량은 연간 1 Ton 수준을 넘지 않을 것으로 예상된다. 또한 TiN등의 표면 코팅에 사용하기 위하여 수입되는 티타늄도 전자산업의 발달로 무시할 수 없을 만큼의 양이 수입되어지는 것으로 알려져 있으나, 그 양은 수백 Ton을 넘지 않는 것으로 추산된다.

이상에서 열거한 티타늄 재료 외에도 티타늄 모합금, 또는 티타늄 스크랩 등이 수입되어 주로 특수강 제조에 필요로 하는 합금화 원소로 사용되고 있다. 참고로 1990년에 수입한 이들 재료는 166.8 Ton(3.71M\$) 정도로, 이들 재료의 사용량이 예상외로 많음을 알 수 있다.

3. 국내 티타늄 수요 전망

국내 산업이 발전함에 따라 특수한 물성을 가지는 재료의 수요가 점증하게 되고, 최근들어서는 재료의 경량화, 화학적 안정화 등을 이용한 시스템의 효율 향상, 환경오염방지 등과 같은 목적으로 사용 재료의 고급화 추세가 현저해짐에 따라서, 이러한 요구에 부응하는 물성을 가지는 티타늄 재료의 사용량이 증가되고 있다. 특히 자동차 배기가스 규제에 부응하기 위한 엔진 재료 경량화에 티타늄 합금의 사용이 고려되고 있기 때문에 수요 잠재력이 무척 클 것으로 예측된다. 또한 정부의 전략적 투자 중대 계획에 따른 발전설비 증설 및

항공산업 활성화로 인한 고부가 가치를 지니는 티타늄 재료의 국내 수요가 증가될 것으로 예상된다. 가까운 장래에 티타늄 재료의 사용이 예상되는 분야별 수요를 알아보면 다음과 같다.

3.1 발전소용 티타늄 관재

국내 전력 생산이 80년대에 들어서 과잉 공급 상태를 유지하고 있었기 때문에 신규발전설비에 관한 투자가 소홀이 다루어져 왔다. 그러나 90년대에 들어서 경기 활성화에 따른 전력 수요가 폭발적으로 증가하여 전력 예비율이 한계 상황에 까지 달했기 때문에, 앞으로의 전력 수요를 충당하기 위한 장기적인 원자력 및 화력발전소 신규 건설 및 발전용량 확충 계획이 수립되었다. 이 계획에 의하면 발전용량 증가가 1990년의 21백만 kW에서 2006년에는 약 2.5배가 증가한 58.6백만

kW로 증설될 예정이다. 그림 2에 발전 설비 증설에 따른 티타늄 재료 소요량을 연도별로 예측하여 연차별 전력 증가 예상치와 더불어 나타내었다. 발전 설비의 증가에 따라 열교환기용 티타늄 관재의 수요가 함께 증가될 것으로 예측되며, 발전용량 1백만 kW 증설에 따른 티타늄 관재의 소요량을 약 200 Ton으로 추산할 경우 매년 그 수요가 증가하여 현재의 수입량에 비하여 2.5배 이상씩 증가될 것으로 예측된다. 따라서 발전소용 티타늄 관재의 소요량은 1996년의 약 600 Ton을 최대로 매년 약 500 Ton 수준의 수입이 예상되고 있다(그림2 참조).

3.2 항공기용 티타늄 합금

항공기에 사용되는 티타늄 합금은 주로 주조 및 단조된 반제품 형태로 수입되고 있으며, 이들

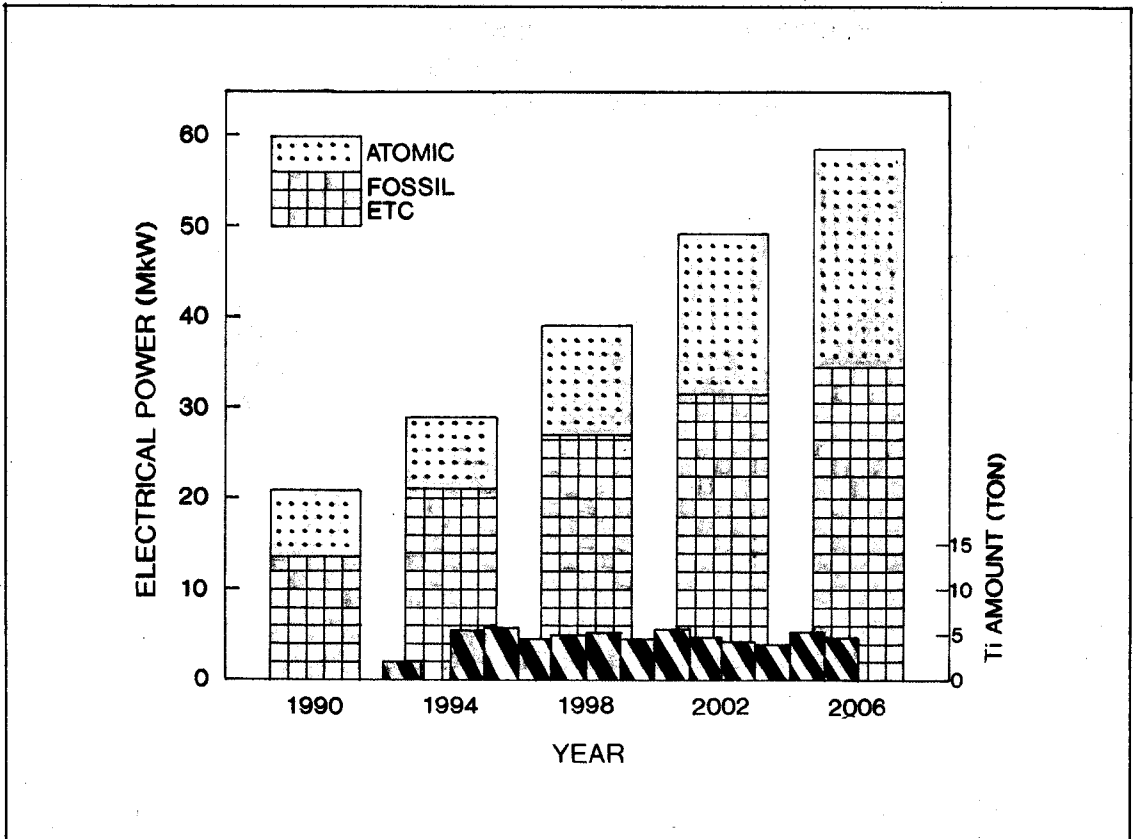


그림 2. 국내 발전량 증가 추이 및 티타늄 부품 사용량(추정)

소재 대부분이 미국으로 부터 수입되고 있다. 국내 항공기 관련 회사들에서는 이들 수입소재를 이용하여 링, 터빈 날개, 디스크 등과 같은 엔진 부품으로 가공하여 엔진 조립에 사용하고 있다. 아울러 기체 조립에 사용되는 Fastener등과 같은 고강도 티타늄 합금 부품이 미국으로 부터 수입되어 사용되어지고 있다. 현재 항공산업에서 소요되는 티타늄 합금의 물량은 방위산업과 맞물려서 그 정확한 규격과 사용량이 모호한 상태이나, 대략 연간 200 Ton 정도로 추산되고 있다. 향후 국내 항공산업에 사용될 티타늄 합금의 수요량은 대략 90년대의 국내 항공산업 발전 추이를 살펴봄으로써 예측할 수 있을 것으로 판단된다. 현재 계획되어 있는 국내 항공산업으로는 창 정비(F-16), 조립 생산(F-16, Helicopter), 면허 생산(F-16, Helicopter), 엔진공동 개발사업 등이 계획되어 있으며, 그 한 예로 올해부터 시작되는 KFP 사업은 F-16 전투기를 완성품 인도(12대), 국내 조립(36대), GD 면허하에 국내 제작(72대)의 사업순으로 총 120대 생산에 52억\$가 소요될 전망이다. 이에 따라 Prett & Whitney사 엔진도 120대가 소요될 전망이며, F-16 한대당 사용되는 티타늄 합금의 양은 기체에 0.8 Ton/대, 엔진에 2.85 Ton/대가 소요되어 10년간에 약 450 Ton가 필요한 실정이다. 그러나 소재 상태로의 원자재 양과 창 정비에 사용되는 여분의 티타늄 소요량, 그리고 국내 기술진에 의하여 개발되는 엔진에 소요되는 양을 고려할 때 최소한 연간 200 Ton 이상의 합금 소재가 수입되어질 것으로 판단된다. 참고로 KFP 사업의 주 계약 업체인 삼성항공에서는 1995년 말까지 엔진 부품의 30-40%를 국산화 개발 완료할 계획으로 있고, 이중 티타늄 합금 부품으로는 압축기 날개, 디스크, 엔진 Support Ring등과 같은 부품을 조기 개발할 예정이다.

항공기용 티타늄 합금의 수요는 앞으로도 지속적으로 늘어날 전망이다. 이는 항공산업이 자동차에 비하여 약 100배 정도의 부가가치를 가지는 산업이며, 기술 파급 효과가 크기 때문에 최근들어 정부의 전략산업으로 선정되어 자금지원이나 세금감면 등과 같은 적극적인 지원 육성이 기대되고 있기 때문이다. 이러한 관점에서 낙관적 예측으

로는 이 분야의 티타늄 합금 수요량이 매년 50% 이상씩 급격한 증가가 예상된다.

3.3 자동차용 티타늄 합금

배기가스 규제와 연비향상을 위하여 엔진 경량화용 티타늄 합금 부품이 한정된 수량의 고급차에 장착되어 국내에서 생산되어질 계획으로 있다. 자동차 회사(현대, 기아(자))에서 연구 개발중인 티타늄 합금부품은 Connecting-Rod, Valve, Retainer, Spring의 4종류로, 이들 부품이 대체되면 4기통 엔진 1기당 3.6kg의 티타늄 합금이 소요되며, 기존의 엔진 무게를 2.3kg정도 감소할 수 있다고 알려져 있다. 자동차 엔진 부품 재료로는 Ti-6Al-4V, Ti-3Al-2.5V, Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo-Si, Ti-15V-3Al-3Sn-3Cr, Beta-C, Beta-III등과 같은 고강도 합금이 사용되어질 예정이다. 현재 계획으로는 부품 개발이 순조롭게 이루어질 경우 1996년도에 약 6천대의 티타늄 부품 장착 차량이 생산될 예정이다. 이 경우 대략 50 Ton 이상의 티타늄 합금이 추가로 소요될 것으로 예상되며, 이 계획이 성공적으로 수행되면 매년 100 Ton 이상의 추가 수요가 예상된다. 그러나 현재 상황으로는 티타늄 소재의 가격이 기존의 철강재에 비하여 현저히 비싸기 때문에, 이 계획이 성공적으로 이루어질 수 있을지는 속단하기 어려운 상황이다. 자동차 산업의 대량 생산 체제에 의한 시장성을 고려해 볼 때 티타늄 엔진 부품 개발에 보다 많은 노력을 기울일 필요가 절실한 시점이다.

3.4 기타 산업용 티타늄 재료

국내 산업 분야가 다양하게 활성화 되면서 티타늄 소재를 이용한 각종 제품 개발이 점차 활발히 시도되고 있다. 티타늄 판재 또는 관재를 가공하여 도금공장의 치구(현대티타늄)를 주문 제작하여 납품하고 있으며, 이 재료의 내식성을 이용한 다양한 부품의 제조 실적이 점차 늘어나는 추세에 있다. 최근에는 스포츠용품에도 이 재료의 응용이 시도되고 있으며, 그 예로 골프 크럽 헤드(한국 로스트웍스(주)), 자전거 프레임(삼천리 자전거

(주)등이 개발되어지고 있다. 또한 티타늄 선재를 가공하여 안경테(삼성, 서전)를 생산하고 있으며, 주방용기(현대티타늄)의 생산도 시도되고 있다. 또한 내년에 완공될 건물(조폐공사) 내벽을 국내 최초로 착색처리된 티타늄으로 벽장식을 할 예정으로 있으며, 착색처리를 통한 악세사리 제작에도 업체의 참여가 기대되고 있다.

4. 국내 티타늄 관련 산업

현재는 연간 2000 Ton 정도의 티타늄 재료가 수입되어 이미 언급한 한정된 분야에서 사용되고 있으나, 가까운 장래에는 다양한 분야에서 티타늄 소재가 보다 많이 사용되어질 것으로 예측된다. 그럼에도 불구하고 국내에서 소요되는 티타늄 소재를 전량 수입에 의존할 수밖에 없는 이유로는 티타늄 소재 제조에 막대한 초기 자금이 소요될 뿐만 아니라, 관련 티타늄 부품들이 소량 다품목으로 국내 수요가 한정적이라서 이윤을 추구하기가 어렵기 때문이다. 아울러 현 시점에서는 경기의 불황에 따른 수요 감소와 미래의 수요 예측이 어렵기 때문에 국내 철강회사(POSCO, 삼미, 기아특수강, 등) 등에서 생산 설비 투자한 지속적인 검토가 있어 왔으나 현재까지도 이를 망서리고 있다. 그러나 시장규모의 긍정적 가변성에 따른 투자 이윤이 보장되리라 판단되면 티타늄 재료의 가공설비는 물론 스폰지 제조설비까지도

고려하고 있는 실정이다. 이에 따라 관련 기관(자원연구소, 국방과학연구소, 삼미특수강, 등)에서는 티타늄 제조와 유사한 특수 금속의 제조 기술을 위하여 관련 과제를 능동적으로 수행하고 있으며, 용해 기술과 품질 평가 기술에 대해서도 관심을 가지고 있다. 아울러 낙후된 티타늄 주조 및 단조 기술 습득을 통한 항공기 부품 제조에 관한 연구(한국로스트왁스, 한일단조, 삼성항공)도 한국기계연구원과 공동으로 적극적으로 수행하고 있다.

국내에 소요되는 티타늄 소재는 앞에서 언급한 이유로 전량이 수입되고 있고, 이들 소재를 수입한 실적이 있는 업체명과 연락처를 표 3에 요약하였다.

5. 요약

현재 국내 수요(연간 약 2000 Ton) 전량이 수입되어 사용되어지고 있는 티타늄 재료의 이용 현황을 이 재료의 형태(판재 및 박판, 주조 및 단조 소재, 분말, 등)와 용도에 따라 고찰하였다. 아울러 국내 산업이 발전함에 따라 티타늄 재료의 추가 수요가 예측되는 분야(발전설비, 화학, 항공, 자동차 산업, 등)를 산업별로 조사하여 미래의 산업 규모를 예측하였다. 아울러 티타늄 재료의 국내 이용기술 발전을 위한 제반 연구 노력을 기술하였다.

표 3. 티타늄 재료 수입 업체

한국무역협회('93. 4 현재)

업 체 명	제 품 형 태			전화	FAX
	판재	관재	기타		
현대종합상사	○	○	○	02-476-1114	02-741-2341
현대티타늄상사	○	○	○	02-309-2508	02-309-2509
성우 트레이딩	○	○	○	02-701-3596	02-701-2779
원풍금속	○	○	○	02-633-3472	02-676-4677
감진금속	○	○	○	032-677-0049	032-676-0738
한국비료공업	○	○		0522-70-6114	0522-70-7925
동릉물산	○	○		02-776-8215	02-744-6915
대경기계기술	○	○		0522-73-8712	0522-73-9898

업 체 명	제 품 형 태			전화	FAX
	관재	관재	기타		
세일	○	○		051-204-9661	051-205-6062
두산기계	○	○		02-510-4915	02-549-2071
고려석유화학	○	○		0522-69-1501	0522-72-3900
한일합섬 섬유공업	○	○		0551-90-3114	0551-90-3115
삼남석유화학	○	○		02-745-4221	02-745-4225
대우	○		○	02-759-2114	02-733-9489
한서(주)	○		○	053-357-8541	53-353-3449
풍산	○			032-547-1022	032-548-4142
대한항공	○			02-751-7114	02-755-5220
부산파이프	○			02-797-1881	02-797-6915
삼본정밀전자	○			032-666-7300	032-573-5868
삼풍금속	○			032-578-6258	032-573-5988
필립교역	○			02-540-1442	02-540-6748
성우통상	○			02-752-4642	02-755-2559
수리상사	○			02-567-0071	02-567-0074
한진중공업	○			0522-77-0011	0522-7-0075
신양무역상사	○			051-469-6527	051-463-6218
전신물산	○			02-576-0781	02-571-7316
바올엔지니어링	○			0466-671-5242	
삼면(주)	○			062-951-7001	062-951-7006
한아름상사	○			051-464-0245	051-464-3843
한국시그네틱스	○			02-652-5081	02-653-4713
삼성공업사	○			053-358-1191	053-352-5302
대우조선	○			02-779-0761	02-756-4390
동경성업	○			02-725-5161	02-725-5166
국원무역	○			02-756-3478	02-773-8869
남광물산	○			051-466-7766	051-466-7769
대덕산업	○			0345-491-0352	0345-491-0351
썬스타 무역상사	○			0522-98-6744	0522-98-6743
삼성물산		○	○	02-751-2114	02-752-7926
한국시리즌정밀		○	○	0551-85-9001	0551-85-8692
선경인더스트리		○	○	0331-45-3131	02-273-9221
현대중공업		○		0522-30-2114	
동부화학		○		02-273-3901	02-279-5790
한화금속		○		032-63-2601	
대성상사		○		02-265-4766	02-268-4766
청해무역상사		○		02-864-1361	02-866-3221
대한전선		○		02-802-4711	02-808-6320
백양(주)		○		02-840-3114	02-845-2451

업 체 명	제 품 형 태			전화	FAX
	관재	관재	기타		
쌍방울(주)		○		02-540-3541	02-546-6861
금성알프스전자		○		0523-83-1212	0523-82-4900
무림진흥상사		○		051-246-2541	051-244-0500
삼성석유화학		○		02-755-3892	02-756-0613
구덕무역상사		○		051-462-5721	051-462-9741
오영산업		○		0348-52-5717	0348-52-5034
로스코퍼레이션		○		02-752-9354	02-752-7759
광명기전		○		02-27-1214	02-277-1215
에이스교역상사		○		02-265-8198	02-275-5297
삼성전자				02-751-6262	02-751-6578
태양금속			○	02-869-1811	0345-492-1132
한국유리공업			○	02-785-0311	02-786-3951
서통(주)			○	02-675-0621	02-675-1595
동영엔지니어링			○	0345-491-4211	0345-494-0477
쌍용중공업			○	0551-82-1131	0551-84-8200
오리엔트시계공업			○	02-237-5231	0342-43-7706
한국필아공업			○	0333-656-4501	0333-656-4504
금성일렉트론			○	0431-270-3201	0431-67-6601
선인코퍼레이션			○	02-615-1333	02-615-1335
신영(주)			○	02-856-6451	02-855-5011
한국셀마스타			○	02-234-5174	0341-82-2307
영흥산업진흥			○	02-671-3956	02-671-6490
하나스파크			○	02-516-9721	02-516-9726
C & Y물산			○	02-338-7662	02-333-8153
대영초음파			○	032-667-3001	032-667-3007
태광산업			○	02-273-3191	02-273-9160
동우(주)			○	032-571-3683	02-573-3504
자화전자			○	0431-50-8567	0431-50-8569
드레곤정기			○	032-434-1540	032-437-5381
서질(주)			○	051-204-9661	051-205-6062
대회물산			○	02-733-5361	02-739-2720
삼본정밀전자			○	032-666-7300	032-663-5868
동아타이어 공업			○	051-469-7293	0523-82-7736
효성물산			○	02-771-1100	02-754-9983
동신무역진흥상사			○	051-804-6491	051-804-6493
호산실업			○	02-558-1321	02-558-1328
현수진산			○	02-806-2231	02-803-2672
삼남석유화학			○	02-745-4221	02-745-4225